



# Guide All Hazard pour les infrastructures de transport



© Copyright 2013 – 2015. The AllTrain Consortium

Ce document et les renseignements qu'il contient ne peuvent être copiés, utilisés ou divulgués, en totalité ou en partie sans la permission expresse et écrite des partenaires du Consortium AllTrain. Ce copyright et la restriction susmentionnée concernant la copie, l'utilisation et la divulgation s'étendent à tous les médias au sein desquels ces informations peuvent être intégrées, y compris le stockage magnétique, les imprimés d'ordinateur, les présentations visuelles, etc. Les auteurs attestent que les informations contenues dans ce document sont, à leur connaissance, correctes et déclinent toute responsabilité en cas d'erreur ou d'omission.

Tous droits réservés.

## PRÉAMBULE

Assurer la sécurité de ses citoyens est l'une des tâches primordiales d'un gouvernement. Les autorités compétentes doivent s'adapter en permanence à un environnement mondial en constante évolution et des paradigmes changeants qui influencent la sécurité. L'interaction croissante entre différents secteurs de la société, les réseaux d'infrastructures denses et l'urbanisation de la population ont notamment renforcé la dépendance vis-à-vis d'infrastructures de transport fiables, sûres et sécurisées. Toute défaillance, perturbation ou déficience de cette interaction aurait un impact considérable sur l'État(-nation), l'économie et de grands pans de la population.

Ce guide All Hazard contribue au développement d'un réseau de transport sécurisé, efficace et fonctionnel à travers l'Europe en identifiant et évaluant tous les dangers possibles relatifs aux infrastructures de transport. Prenant en compte les principales infrastructures routières et ferroviaires, il couvre l'interconnectivité des transports à travers l'Europe et indique ainsi aux propriétaires et opérateurs de réseaux de transport les dangers spécifiques potentiellement encourus par leurs différents systèmes d'infrastructure et quel danger spécifique est susceptible d'avoir le plus gros impact sur leurs diverses structures.

Ce guide All Hazard a été élaboré grâce au projet de recherche *AllTrain - All-Hazard Guide for Transport Infrastructure* (AllTrain - Guide All Hazard pour les infrastructures de transport) et le soutien financier du programme de prévention, préparation et gestion des conséquences des attaques terroristes et autres risques liés à la sécurité (CIPS) de la Commission européenne - Direction générale des affaires intérieures.

Dr Jürgen Krieger (BASt)

Bernhard Kohl (ILF)

José Mateus de Brito (CENOR) Jan Spousta (CDV)

# Table des matières

Définitions .....	5
1. Introduction.....	7
1.1 Contexte .....	7
1.2 Concepts de base .....	7
1.3 L'approche AllTrain.....	8
1.4 Structure du guide.....	11
2. Dangers pour les infrastructures routières et ferroviaires .....	12
2.1 Événements initiaux .....	12
2.2 Phénomènes locaux .....	12
3. Classification des infrastructures et sensibilité à des dangers spécifiques.....	15
3.1 Types d'infrastructures.....	15
3.2 Conditions de base et principaux facteurs .....	16
3.3 Classification.....	17
4. Méthode d'évaluation – bases .....	22
4.1 Concept de la méthode d'évaluation .....	22
4.2 Concept de l'arbre des dangers.....	22
5. Méthode d'évaluation - application .....	24
5.1 L'application AllTrain Tool .....	24
5.2 Fiches d'information sur les dangers.....	25
6. Identification des mesures possibles .....	27
6.1 Possibilités de mise en œuvre des mesures.....	27
6.2 Types de mesures.....	27
7. Conclusion .....	28

## Définitions

Terme	Définition	Source
<b>Actif</b>	Un élément ou une section d'infrastructure déterminant.	AllTrain
<b>Danger</b>	Un événement potentiel susceptible de compromettre la sécurité et/ou la disponibilité d'actifs d'infrastructures de transport.	AllTrain
<b>Événement initial</b>	Phénomènes dangereux de niveau maximum définis comme: actions humaines, dysfonctionnement d'éléments développés par l'homme, phénomènes météorologiques, phénomènes géophysiques.	AllTrain
<b>Phénomène local</b>	Événements dangereux de niveau inférieur survenant sur le site des actifs.	AllTrain
<b>Impact</b>	La manière dont un danger agit sur un actif donné (par ex. le niveau d'eau, les forces appliquées).	AllTrain
<b>Valeur exposée</b>	Définit la valeur des infrastructures subissant les impacts du phénomène local en termes de coûts et de délai de remplacement. Cela dépend entièrement des caractéristiques de l'actif.	AllTrain
<b>Vulnérabilité</b>	Les caractéristiques et circonstances [...] d'un actif qui le rendent susceptible de subir des dégâts du fait d'un danger.	SIPC
<b>Conséquence locale</b>	État indésirable d'un actif provoqué par un impact et exprimé en terme de dommages matériels ou perturbation (temps d'indisponibilité). Quantifié en terme de coûts de réparation et de temps de perturbation: Conséquence locale = valeur exposée × vulnérabilité	AllTrain
<b>Conséquence globale</b>	Conséquences du point de vue du propriétaire, de l'opérateur et de la société. Quantifiée en termes de coûts de réparation, de perte de revenus et de coûts de déviation. Dépend par ex. du nombre d'usagers affectés et de la configuration du réseau.	AllTrain
<b>Criticité</b>	L'importance d'un élément ou d'une section d'infrastructure sur la disponibilité d'un réseau d'infrastructures de transport.	AllTrain
<b>Sûreté</b>	La protection d'infrastructures de transport contre des événements non intentionnels tels que des	SecMan

	accidents, couverte par les normes correspondantes.	
<b>Sécurité</b>	La préparation, prévention et préservation d'une infrastructure de transport face aux dangers exceptionnels d'origine anthropique et naturels.	AllTrain
<b>Incertitude</b>	Caractère indéterminé de certains éléments qui caractérisent une situation ou des résultats d'un processus en raison de connaissances limitées ou lacunaires (incertitude épistémique réductible) ou de la variabilité intrinsèque ou naturelle d'un processus (incertitude aléatoire et irréductible).	AllTrain
<b>Vraisemblance</b>	Description qualitative de l'incertitude de la survenance d'un événement. Peut être quantifiée comme la fréquence ou la probabilité.	AllTrain
<b>Fréquence</b>	Nombre de fois où se produit un événement spécifié en l'espace d'un intervalle spécifié (par ex. accidents par année).	AIPCR
<b>Période de retour</b>	1/Fréquence, par ex. le nombre d'unités de temps prévu entre deux survenances d'un même événement.	AllTrain
<b>Probabilité</b>	Vraisemblance de la survenance d'un événement exprimée à l'aide d'un chiffre situé entre 0 et 1.	AIPCR
<b>Risque</b>	Combinaison de la vraisemblance d'un événement et de ses conséquences négatives.	Basé sur la SIPC
<b>Obstruction</b>	Présence physique inopinée de corps étrangers volumineux qui occupent entièrement ou partiellement l'espace utile des infrastructures destiné à la circulation. Exemples: chutes de neige ou blocs de pierre et glissements de terrain. Ces corps étrangers peuvent également entrer en collision avec des véhicules.	AllTrain
<b>Impact opérationnel</b>	La réduction plus ou moins importante de la fonctionnalité des équipements d'infrastructure essentiels au flux de circulation. Exemple: endommagement par la foudre d'un système de contrôle de la circulation.	AllTrain
<b>Impact structurel</b>	Charge supplémentaire (statique, dynamique) sur l'infrastructure et/ou réduction de la résistance structurelle. Exemple : un véhicule de poids excessif peut provoquer la défaillance d'un élément d'infrastructure.	AllTrain

# 1. Introduction

## 1.1 Contexte

Le réseau de transport en Europe est sans aucun doute l'un des plus importants systèmes pour l'économie et la société européenne. Les voies de transport transnationales jouent un rôle primordial dans la circulation des marchandises et l'approvisionnement, ainsi que la mobilité des personnes. Bien que la plupart des transports de passagers et de marchandises au sein de l'UE aient recours aux transports terrestres, aucune approche de sécurité cohérente n'a encore été mise en place pour la sécurité de ces modes de transport. Toute perturbation de ces structures pourrait avoir des conséquences négatives sur la population de la région affectée et sur l'économie tout entière.

Il existe actuellement bon nombre d'approches différentes permettant d'identifier les dangers spécifiques aux infrastructures de transport. La plupart de ces approches se focalisent sur des modes de transport particuliers ou des dangers spécifiques, mais il n'existe aucun inventaire complet et intégré de tous les dangers encourus par les infrastructures de transport multimodales en Europe. Les propriétaires et les opérateurs de ces infrastructures sont confrontés à un grand nombre de dangers et doivent décider des fonds à allouer aux mesures augmentant la disponibilité et/ou la sécurité de leurs structures en fonction des priorités. Des projets en cours et achevés ont identifié la nécessité d'une approche européenne commune, afin d'évaluer ces dangers d'une manière structurée et comparable. Des projets de recherche ont notamment prouvé la nécessité de disposer d'un catalogue exhaustif, recensant tous les dangers, basé sur une approche intégrée pour les infrastructures de transport critiques. L'objectif principal a donc été de développer un guide All Hazard convivial et pratique pour les infrastructures de transport terrestres, facilitant ainsi une approche transnationale et globale structurée en matière de gestion des risques sécuritaires.

Le guide All Hazard établit dans cette perspective une liste de tous les dangers auxquels sont exposées les infrastructures de transport en Europe. De plus, des critères ont été développés pour la classification des infrastructures de transport en fonction de leur vulnérabilité face à ces dangers. La combinaison des informations récoltées sur les dangers et les caractéristiques des infrastructures a permis d'établir une approche méthodologique d'évaluation des structures et des impacts des dangers en question. Ce résultat a pu être atteint grâce à la mise en place d'une procédure d'évaluation qualitative, afin d'évaluer la vulnérabilité de différentes infrastructures de transport face à divers dangers.

Le développement de ce guide All Hazard a été financé par la Commission européenne - Direction générale des affaires intérieures au sein du programme de *prévention, préparation et gestion des conséquences des attaques terroristes et autres risques liés à la sécurité* (CIPS).

## 1.2 Concepts de base

### 1.2.1 Sécurité vs sûreté

Ce guide All Hazard aborde les questions de la sécurité des infrastructures routières et ferroviaires. Dans le présent contexte, la *sécurité* est considérée comme la préparation, prévention et préservation des infrastructures de transport face aux dangers exceptionnels d'origine anthropique ou naturels.

La définition de la sécurité complète celle de la *sûreté*, entendue comme la protection d'infrastructures de transport contre des événements non intentionnels tels que des accidents et couverte par les normes correspondantes. La distinction essentielle entre sécurité et sûreté réside donc dans le fait que

- la sûreté relève d'événements couverts par des normes en la matière, alors que la sécurité se focalise sur des dangers exceptionnels ;
- la sûreté traite de dangers non intentionnels (d'origine anthropique et naturels), alors que la sécurité y ajoute les événements intentionnels (d'origine anthropique).

Ce guide All Hazard n'aborde pas la notion de sûreté.

### 1.2.2 Actifs

Toute infrastructure de transport est constituée d'un nombre d'éléments alignés les uns aux autres. Toute analyse des dangers doit prendre en compte ces éléments séparément, selon leur type (par ex. remblai, pont, etc.) et leurs caractéristiques spécifiques (longueur, hauteur, etc.).

Dans ce guide, les éléments ou sections d'infrastructure sont généralement désignés comme des *actifs*.

### 1.2.3 Dangers

Les dangers sont définis comme des événements potentiels susceptibles de compromettre la sécurité et/ou la disponibilité d'actifs d'infrastructures de transport. Comme mentionné ci-dessus (1.2.1 Sécurité vs sûreté), ce guide All Hazard couvre les types d'événements suivants:

- dangers d'origine anthropique intentionnels,
- dangers d'origine anthropique non intentionnels (exceptionnels),
- dangers naturels (exceptionnels).

## 1.3 L'approche AllTrain

### 1.3.1 L'approche à double entrée

L'idée sous-jacente à AllTrain est de combiner tous les types de dangers à tous les types d'infrastructures routières et ferroviaires (actifs). L'approche à double entrée a été conçue pour mettre en œuvre cette idée, comme illustrée dans le Schéma 1. Le principe de l'approche à double entrée est de permettre à l'utilisateur :

- d'entrer un actif spécifique et d'obtenir des informations concernant les dangers encourus (première entrée),
- d'entrer un danger spécifique et d'obtenir des informations concernant les types d'actifs particulièrement sensibles (deuxième entrée)



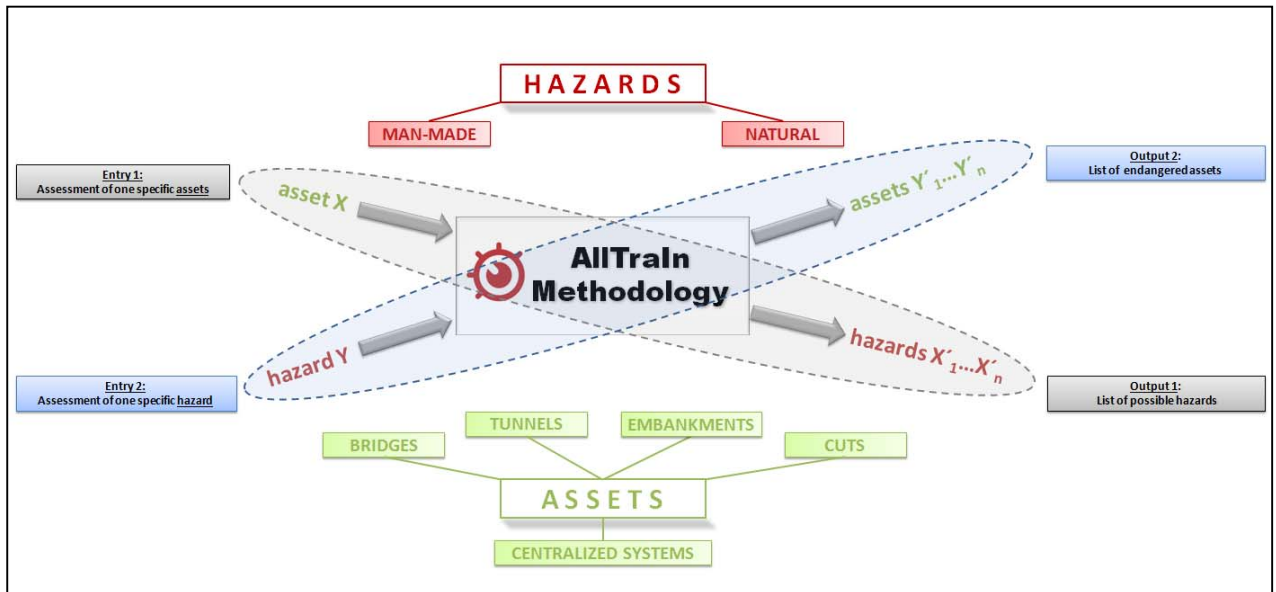


Schéma 1 – L'approche à double entrée

### 1.3.2 La chaîne de séquences

En plus de l'approche à double entrée, AllTrain possède un second concept directeur : la chaîne de séquences. L'objet principal de la chaîne de séquences est d'établir un cadre général, afin de relier les dangers aux éléments d'infrastructure (actifs). Cet objectif est atteint grâce à l'introduction d'une série de concepts globaux reliés les uns aux autres.

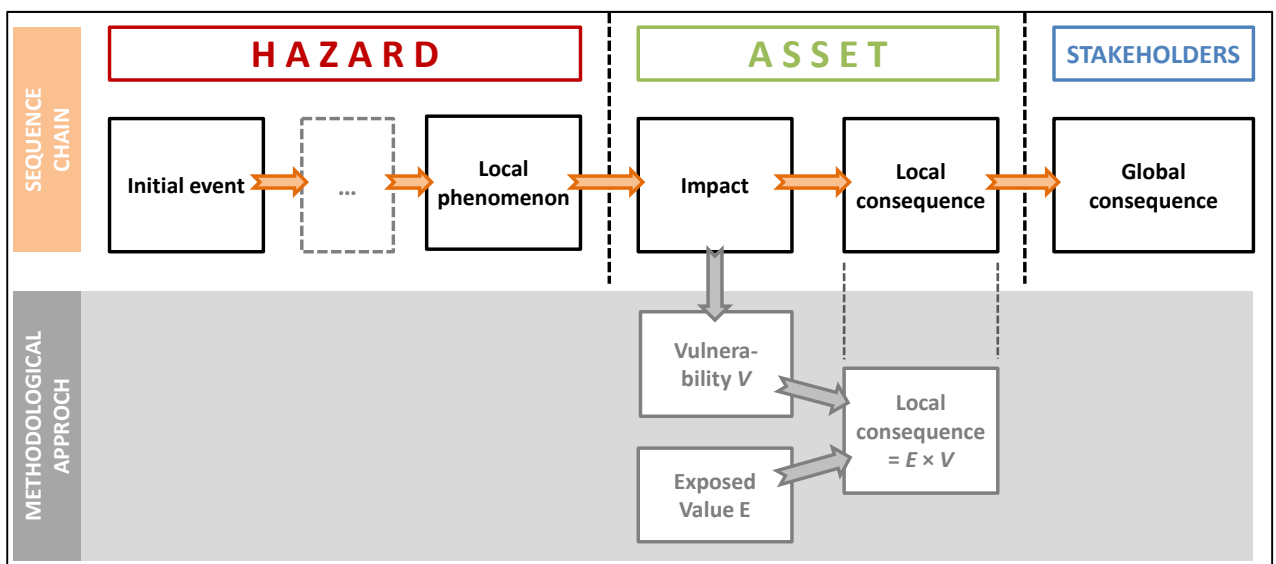


Schéma 2 – La chaîne de séquences et l'approche méthodologique sous-jacente

Le Schéma 2 présente la chaîne de séquences constituant la charpente logique du guide All Hazard :

- Un événement initial dangereux (par ex. la pluie) provoque un phénomène local dangereux (par ex. une coulée de débris). Le lien de causalité peut être *direct* (la pluie est à l'origine de la coulée de débris) ou *indirect*. Ce dernier cas est symbolisé dans le schéma par la case grise aux contours en pointillés. En principe, il peut y avoir plusieurs étapes intermédiaires. Cependant, l'approche consiste à se focaliser sur la cause initiale et son résultat final local, pour progresser ensuite vers l'actif en jeu. Dans certains cas, l'événement initial et le phénomène local peuvent être un seul et même phénomène.
- L'étape suivante relie le phénomène local (la façon dont le danger se manifeste au niveau de l'actif) à son impact (la façon dont le danger agit sur l'actif). Si le phénomène local est une coulée de débris – pour rester sur le même exemple – l'impact consistera en une obstruction, un impact structurel ou un impact opérationnel (comme exposé au chapitre 3).
- Bien que l'impact se réfère au phénomène agissant sur la structure, il ne dévoile rien des conséquences. L'existence ou non de conséquences et leur degré de gravité dépend de la vulnérabilité et de la valeur exposée de l'actif en question. Le modèle se focalise sur les conséquences locales, par ex. les dommages causés directement et localement à l'actif. Cela comprend les frais de réparation et de reconstruction ainsi que les temps d'indisponibilité de l'actif spécifique en jeu.
- Des conséquences locales peuvent engendrer des conséquences globales, par ex. l'altération de la capacité du réseau de transport peut causer des frais de retard de voyage et des pertes de recettes de péage. Les conséquences globales sont représentées dans la chaîne de séquences par souci d'exhaustivité, *mais ne font pas partie de ce projet*.

L'approche méthodologique reliant l'impact aux conséquences locales est représentée dans la partie inférieure du Schéma 2. Néanmoins, l'accent est mis sur la partie supérieure, par ex. la chaîne de séquences qui relie les principaux concepts ensemble. L'approche méthodologique et les autres considérations détaillées sont traitées dans la méthode d'évaluation décrite au chapitre 4.

Le Schéma 3 présente les définitions concises des différents éléments de la chaîne de séquences et illustre également l'exemple de la coulée de débris susmentionné.

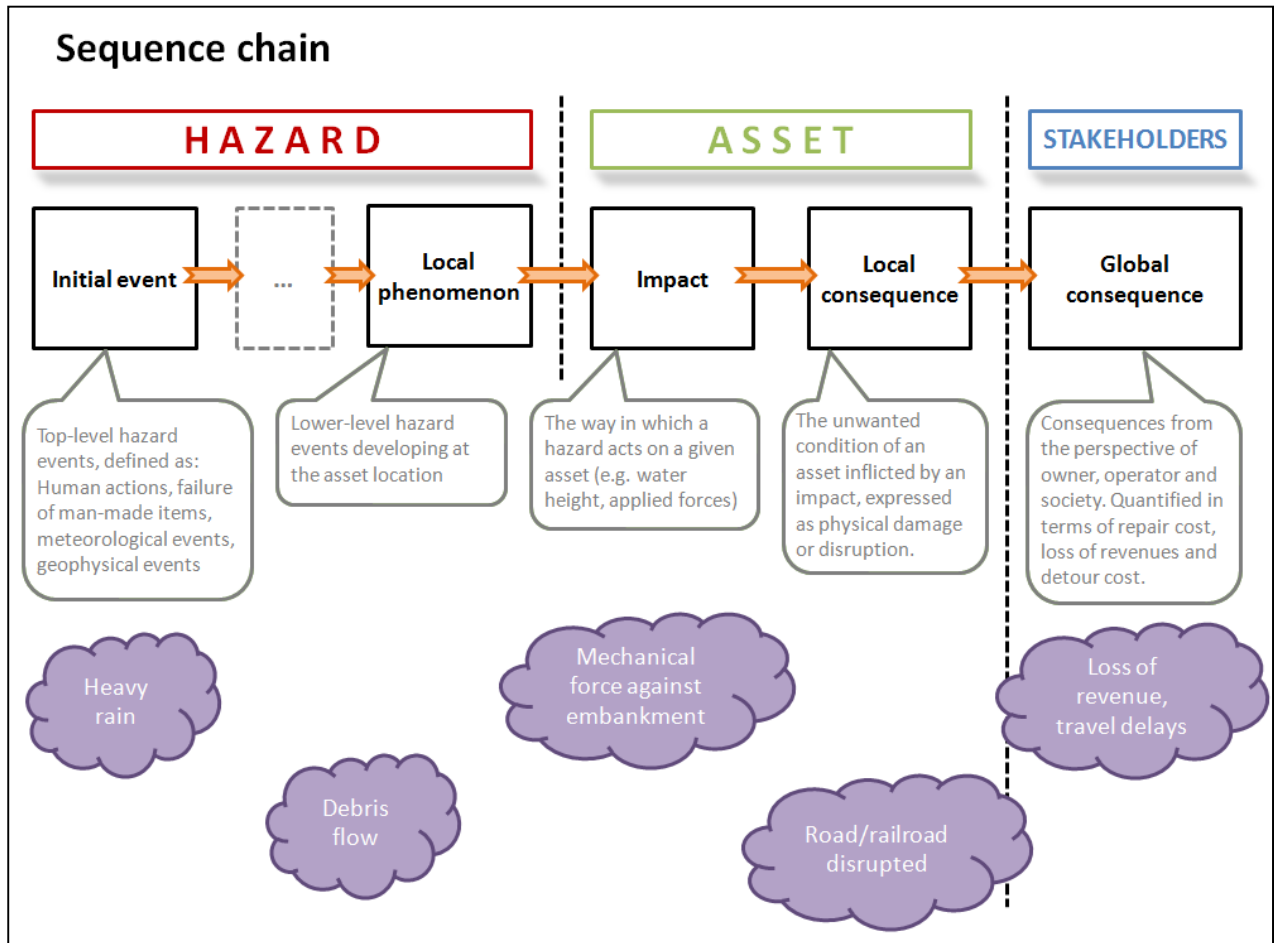


Schéma 3 – Chaîne de séquences : définitions et exemple

## 1.4 Structure du guide

Basé sur l'approche à double entrée présentée dans le Schéma 1, le guide All Hazard est structuré de la manière suivante :

- Identification des dangers encourus (chapitre 2) ;
- Classification des infrastructures en fonction de leur sensibilité (chapitre 3) ;
- Établissement d'un lien entre les dangers et les types d'infrastructures sensibles : établissement de la méthode d'évaluation correspondant à la « méthodologie Alltrain » du Schéma 1 (chapitre 4) ;
- Présentation de stratégies pour la mise en œuvre de la/des mesure(s) (chapitre 5).

Une application (AllTrain Tool) a été développée en complément de ce guide. AllTrain Tool constitue une option pratique et conviviale pour l'utilisation en ligne du guide All Hazard. AllTrain Tool est disponible en ligne accompagné d'un bref manuel ([www.alltrain-project.eu](http://www.alltrain-project.eu)).

## 2. Dangers pour les infrastructures routières et ferroviaires

### 2.1 Événements initiaux

Comme définis en introduction, les événements initiaux sont des phénomènes dangereux de niveau maximum comprenant :

- les événements intentionnels et non intentionnels d'origine anthropique (par ex. sabotage, vol, etc.),
- les phénomènes météorologiques (par ex. vent extrême, pluie, neige, givrage, etc.),
- les phénomènes géophysiques (par ex. tremblement de terre, tsunami, coulée de lave, etc.),
- les phénomènes gravitationnels (par ex. avalanche, coulée de débris, chute de pierres, etc.),
- les phénomènes hydrologiques (crue de rivière, débordement de lac, inondation en zone urbaine, etc.),
- les autres événements (par ex. orages magnétiques, feux de forêt, chutes d'arbres, etc.).

Chacun de ces événements peut être subdivisé en éléments plus spécifiques ; les phénomènes météorologiques peuvent ainsi être subdivisés en fronts chauds et froids, en cyclones, en systèmes de vent locaux, en pluie, en neige, en grêle, en givrage, etc.. Toutefois, et comme cette liste d'exemples le montre déjà, il peut être difficile de séparer complètement ces phénomènes les uns des autres (la pluie peut ainsi succéder à un front froid, etc.). Dans le contexte de ce guide All Hazard, il n'est pas nécessaire de démêler ces interdépendances dans la mesure où l'élément méthodologique central du modèle est constitué par les *phénomènes (dangereux) locaux* et leurs impacts et non leurs causes profondes éloignées. Les phénomènes locaux sont examinés plus en détail ci-dessous.

### 2.2 Phénomènes locaux

Si l'on établit une liste à partir de l'éventail des phénomènes dangereux locaux possibles, une différence nette se dessine entre les dangers d'origine anthropique et les dangers naturels.

Tous les dangers listés ci-dessous sont décrits en détail dans des fiches d'information individuelles sur les dangers, disponibles en ligne ([www.alltrain-project.eu](http://www.alltrain-project.eu)).

#### 2.2.1 Dangers d'origine anthropique

Le Tableau 1 présente la liste des dangers d'origine anthropique, divisés selon qu'ils résultent d'une action intentionnelle ou non intentionnelle. Bon nombre de dangers peuvent aussi bien résulter d'actions intentionnelles que non intentionnelles (par ex. le feu). Ce guide All Hazard se limite aux questions de sécurité telles qu'elles ont été définies en introduction (dangers d'origine anthropique exceptionnels et dangers naturels). Les accidents de la circulation ordinaires ne sont ainsi pas pris en compte. Cependant, les collisions (intentionnelles) et la menace que constituent des véhicules de trop grandes dimensions ou de poids excessif sont des dangers exceptionnels qui ne sont pas couverts par des codes de conception.

Tableau 1 – Liste de phénomènes locaux : dangers d'origine anthropique

Type d'action	Phénomène local
Uniquement intentionnel	Collision
	Sabotage
	Vol
	Cyberattaque
Uniquement non intentionnel	Véhicule de trop grandes dimensions
	Véhicule de poids excessif
Intentionnel/non intentionnel	Blocus
	Incendie
	Explosion
	Émission dangereuse

### 2.2.2 Dangers naturels

Le Tableau 2 présente la liste des dangers naturels. La catégorie de dangers de la colonne de gauche se base sur les conventions appliquées au sein de la recherche sur les dangers naturels. Les catégories de dangers ne sont pas conformes avec le concept d'événements initiaux listés ci-dessus. Les avalanches sont par exemple considérées comme des dangers gravitationnels. La gravitation n'est toutefois pas le déclencheur ou l'événement initial, ni le déclencheur au sens de la chaîne de séquences.

Comme indiqué au paragraphe 2.1 (événements initiaux) bon nombre de phénomènes locaux ne sont pas déclenchés par un événement initial unique, mais dépendent de plusieurs conditions. Ainsi, un phénomène local peut avoir à la fois des aspects d'origine anthropique et naturelle, comme c'est par ex. le cas lors d'une rupture de barrage. Dans ce cas précis, il a été décidé, dans un souci de simplicité méthodologique, de considérer la rupture de barrage au même titre que les autres types d'inondations (soit comme un danger naturel).

Tableau 2 – Liste de phénomènes locaux : dangers naturels

Catégorie de danger	Phénomène local	
<b>Dangers météorologiques</b>	Vent extrême	Foudre
	Précipitations extrêmes	Tempête de sable
	Chutes de neige extrêmes	Brouillard
	Transport éolien de neige	Grêle
	Transport éolien de sable	Températures extrêmement élevées
	Onde de tempête	Températures extrêmement basses
	Givrage	
<b>Dangers géophysiques</b>	Tremblement de terre	Tsunami
	Déformation/déplacement du sol	Coulée de lave
	Tassement du sol	Lahar
	Liquéfaction du sol	Nuage de cendres
	Fontis	
<b>Dangers gravitationnels</b>	Avalanche	Chute de pierres
	Coulée de débris	Éboulement rocheux
	Coulées de boue	Effondrement de falaise
	Glissements de terrain de grande ampleur	
<b>Dangers hydrologiques</b>	Crue de rivière et débordement de lac	Inondation par les eaux souterraines
	Crue éclair	Crue par décharge subite
	Inondation en zone urbaine	
<b>Autres dangers</b>	Chutes d'arbres	Panne d'électricité géante (blackout)
	Feux de forêt	Rongeurs
	Orage magnétique	Traversée d'animaux

## 3. Classification des infrastructures et sensibilité à des dangers spécifiques

### 3.1 Types d'infrastructures

Conformément au schéma conceptuel de base adopté dans la chaîne de séquences, la caractérisation des événements potentiels (dangers) à même de compromettre la sécurité et la capacité opérationnelle des infrastructures est suivie de l'évaluation des conséquences locales engendrées par les impacts sur chaque type d'infrastructure.

L'objectif global est d'identifier les types de sensibilités potentielles associés à la vulnérabilité de chaque élément d'infrastructure, tout en prenant en compte le type d'impact. Les impacts peuvent également engendrer d'autres conséquences pour les parties concernées et la communauté en général (conséquences globales) qui ne sont pas prises en compte.

Une série de types d'actifs a été sélectionnée dans le cadre de la méthodologie :

1. ponts,
2. tunnels,
3. remblais,
4. déblais,
5. systèmes centralisés.

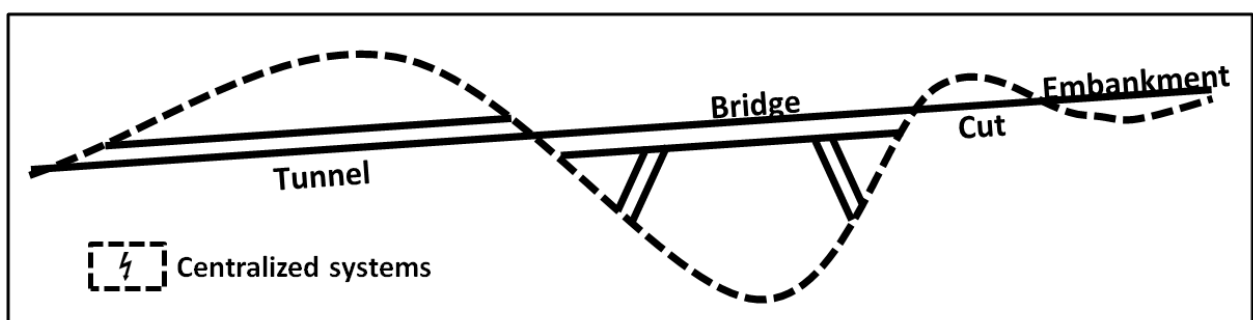


Schéma 4 – Principaux types d'actifs pris en considération

De manière générale, les quatre premiers types d'actifs pris en considération (ponts, tunnels, remblais et déblais) peuvent être décrits comme structurels, dans la mesure où ils constituent la partie matérielle des infrastructures de transport (schéma 4). Les tunnels et les ponts sont utilisés pour surmonter différents types d'obstacles. Les tunnels sont des passages sous terre ou sous l'eau, excavés sous la surface (généralement dans des montagnes ou des zones urbaines/sensibles), alors que les ponts sont des structures construites pour enjamber des obstacles physiques, tels que des étendues d'eau, des vallées ou des routes. Les déblais et remblais sont utilisés pour adapter le terrain naturel aux exigences du profil

routier/ferroviaire. En général, les tronçons routiers ou ferroviaires ouverts peuvent être qualifiés de déblais ou de remblais, ou d'une succession des deux. Les déblais nécessitent l'excavation du terrain naturel afin d'abaisser le niveau de la surface, alors que les remblais sont des ouvrages de terrassement utilisés pour élever le niveau de la surface. Les systèmes de transport routier, ferroviaire ou mixte peuvent contenir tous ces types d'actifs.

Un **système centralisé** est un système partagé par plus d'un actif et qui revêt une importance primordiale dans la mesure où il est essentiel au fonctionnement des actifs, notamment à la communication, la surveillance, le contrôle de la circulation, la sécurité, voire même l'approvisionnement en énergie dans le cas de systèmes ferroviaires. Bien que ceux-ci ne soient pas des types d'infrastructures à proprement parler, ils peuvent être touchés individuellement par tous les dangers abordés dans ce guide. La survenance d'un danger, quel qu'il soit, dans un système centralisé a des impacts similaires sur un ou plusieurs des éléments d'infrastructure définis, les éventuelles conséquences négatives étant plus graves dans le cas de systèmes ferroviaires.

### 3.2 Conditions de base et principaux facteurs

La classification des infrastructures est basée sur l'analyse d'infrastructures de transport opérationnelles existantes. Les caractéristiques des infrastructures sont utilisées pour évaluer la vulnérabilité aux dangers grâce à une méthodologie commune. Les mesures d'atténuation et/ou de prévention déjà mises en œuvre au moment de l'analyse sont considérées comme des caractéristiques des infrastructures. Lorsque les mesures sont inexistantes ou insuffisantes, des conseils sont donnés en fin d'analyse sur les mesures qui pourraient être mises en œuvre afin d'atténuer ou d'éviter les impacts d'un danger spécifique. Ces mesures sont abordées dans les fiches d'information sur les dangers (cf. paragraphe 5.2).

La **vulnérabilité** est considérée comme le degré de dégradation que subirait l'infrastructure à la suite d'un impact particulier.

Le processus de classification des infrastructures prépare les informations requises pour l'étape suivante, c'est-à-dire l'évaluation des conséquences locales. Conformément à la nouvelle méthodologie, cette caractérisation est le résultat de la combinaison de deux principaux groupes de facteurs :

- **Le type d'impact sur les infrastructures. Trois types d'impacts sont pris en compte : l'obstruction (de la circulation), l'impact opérationnel et l'impact structurel.**
  - **Obstruction** : présence physique inopinée de corps étrangers volumineux qui occupent entièrement ou partiellement l'espace utile des infrastructures destiné à la circulation. Exemples : chutes de neige ou blocs de pierre et glissements de terrain. Ces objets étrangers peuvent également entrer en collision avec des véhicules.
  - **Impact opérationnel** : réduction plus ou moins importante des fonctionnalités des équipements d'infrastructure essentiels au flux de circulation. Exemple : endommagement par la foudre d'un système de contrôle de la circulation.
  - **Impact structurel : charge supplémentaire (statique, dynamique) sur les infrastructures et/ou réduction de la résistance structurelle. Exemple : un véhicule de poids excessif peut provoquer la défaillance d'un élément d'infrastructure.**



- **Type de conséquences locales sur les infrastructures. Deux types fondamentaux ont été pris en compte : les dommages nécessitant des réparations et occasionnant des frais de remplacement et les interruptions de fonctionnement (ou le temps d'indisponibilité)**
  - **Frais de réparation et de remplacement** : dommages matériels subis par les infrastructures nécessitant la réparation et (ou) le remplacement de composants, voire le remplacement partiel ou total de l'élément d'infrastructure. Ces coûts sont probablement quantifiés en termes monétaires (par ex. en euros) ou de facteurs sans dimension telle que la fonction de la valeur exposée de référence d'un actif.
  - **Temps d'indisponibilité** : interruption totale ou partielle de la circulation ou du service normal d'une infrastructure faisant partie d'un réseau d'infrastructures de transport. Cet effet provoque différents dommages pour les utilisateurs et la communauté, de même que l'entité gérant les infrastructures, et relève donc de conséquences globales dont l'évaluation n'est pas prise en compte dans cette méthodologie.

Pour des raisons pratiques, cette analyse prend uniquement en compte le temps d'indisponibilité, car il s'agit d'un paramètre plus facile à estimer que les coûts de reconstruction, étant donné qu'il est moins dépendant de l'ampleur et du pays et qu'il existe, dans la plupart des cas, une corrélation entre ces deux types de conséquences locales. On suppose donc que le temps d'indisponibilité est adapté à la représentation des conséquences locales dans leur ensemble.

La relation entre ces deux séries de facteurs dépend de plusieurs **vulnérabilités** associées à chaque type d'actif et à chaque type de danger. Ces vulnérabilités ont été regroupées en petites séries de facteurs :

- Des **facteurs structurels**, comprenant les caractéristiques des vulnérabilités considérées comme significatives, associées à la structure physique, soit le système mécanique constituant l'élément d'infrastructure. Ces caractéristiques affectent sa sensibilité aux impacts pris en compte. Exemple : le type de matériau structurel.
- Des **facteurs naturels**, comprenant les caractéristiques de l'environnement naturel où se situe l'élément d'infrastructure et considérées comme significatives du fait de leur réaction à l'impact. Exemple : les caractéristiques géologiques d'un site.
- Les **facteurs de circulation**, comprenant les caractéristiques principales de la circulation sur les éléments d'infrastructure et pouvant avoir une influence significative sur les effets non structurels (perturbation). Exemple : le mode de circulation, routier ou ferroviaire.
- Les **facteurs opérationnels locaux** qui indiquent l'existence ou non d'un système de communication surveillant l'élément d'infrastructure ou du contrôle de la circulation, ou d'un système de sécurité ou d'approvisionnement en énergie relié à un système centralisé dans le cas d'un réseau ferroviaire.

### 3.3 Classification

Sur la base de l'expérience et de la compréhension fondamentale du comportement des éléments d'infrastructure, des points pertinents sont pris en compte pour les quatre catégories majeures de facteurs de vulnérabilité : les facteurs structurels, naturels, de circulation et les facteurs opérationnels

locaux. Les aspects présentés décrivent les actifs pour une analyse exhaustive des conséquences locales en termes de coûts et de temps, bien que, dans le cas présent, l'analyse prenne un seul aspect en compte, le temps.

Les pages qui suivent décrivent un nombre de facteurs utilisés pour classifier chacun des cinq types d'actifs. Une liste exhaustive plus détaillée de ces facteurs est disponible en ligne ([www.alltrain-project.eu](http://www.alltrain-project.eu)).

### **Remblais**

Les facteurs régissant la vulnérabilité physique des remblais au sein des réseaux routiers ou ferroviaires sont d'ordre structurel et englobent le type de construction, les principales caractéristiques géométriques et les systèmes de drainage. Le type de voie ou de chaussée ainsi que l'existence de structures auxiliaires pour les systèmes ferroviaires sont également pris en compte. Les autres facteurs sont identiques à ceux utilisés pour les tunnels, soit les caractéristiques géologiques/géotechniques et hydrologiques du site en surface et sous celle-ci pour ce qui est des facteurs naturels, et la catégorie, le type et le volume de circulation ainsi que de la connexion à un nœud de circulation en ce qui concerne les facteurs de circulation. Les facteurs opérationnels locaux identifient l'existence éventuelle de systèmes adjacents aux infrastructures qui sont connectées à d'autres sections routières/ferroviaires.

### **Déblais**

Les facteurs régissant la vulnérabilité physique des déblais au sein des réseaux routiers ou ferroviaires sont d'ordre structurel et comprennent le type de construction, les principales caractéristiques géométriques (pentes latérales et profondeur), les systèmes de drainage et la structure de soutien. L'état de la structure, le type de voie ou de chaussée ainsi que l'existence de structures auxiliaires sont également pris en compte. Les autres facteurs sont identiques à ceux utilisés pour les tunnels et les remblais, soit la catégorie, le type et le volume de circulation et la connexion à un nœud de circulation pour ce qui est des facteurs de circulation, et les caractéristiques géologiques/géotechniques et hydrologiques du site en surface et sous celle-ci en ce qui concerne les facteurs naturels. Un facteur naturel additionnel est pris en compte pour caractériser la pente naturelle. Les facteurs opérationnels locaux identifient l'existence éventuelle de systèmes adjacents aux infrastructures qui sont connectées à d'autres sections routières/ferroviaires.

### **Ponts**

Les facteurs pris en considération pour estimer la vulnérabilité physique des ponts faisant partie de réseaux routiers ou ferroviaires comprennent le type de construction du pont, c'est-à-dire le système de construction, la section transversale et les matériaux, les principales caractéristiques géométriques (travée, hauteur et longueur), l'état de la structure, la position des pylônes, les fondations, le type de voie ou de chaussée ainsi que l'existence de toute structure auxiliaire (pour l'exploitation ferroviaire). Les facteurs naturels pris en compte sont les fondations et les caractéristiques du croisement, tandis que les facteurs de circulation décrivent les caractéristiques spécifiques de la circulation locale : catégorie (sur le pont ainsi que sous le pont), type et volume, ainsi que la connexion ou non à un nœud de

communication. Les facteurs opérationnels locaux identifient l'existence éventuelle de systèmes adjacents aux infrastructures qui sont connectées à d'autres sections routières/ferroviaires.

### **Tunnels**

Les facteurs décisifs pour l'évaluation de la vulnérabilité physique des tunnels faisant partie de réseaux d'infrastructures routiers ou ferroviaires sont, pour les facteurs structurels, le type de construction du tunnel (système de construction et section transversale), les principales caractéristiques géométriques (longueur, aire de la section transversale et épaisseur de la couverture) et les caractéristiques particulières qui pourraient affecter ses performances si l'un des dangers considérés venait à se produire : système de drainage et de ventilation, systèmes de protection contre l'incendie et d'alerte ainsi que l'état de la structure. Le type de revêtement, le type de voie et de chaussée ainsi que l'existence de structures auxiliaire sont également pris en compte. Les facteurs naturels pris en compte sont les caractéristiques géologiques/géotechniques et les caractéristiques hydrologiques du site, pour ces dernières, aussi bien en surface qu'en dessous de celle-ci. Les facteurs de circulation décrivent les caractéristiques spécifiques de la circulation locale (catégorie, type et volume) à même d'influencer gravement les effets d'un impact spécifique qui viendrait à se produire, ainsi que l'existence ou non d'une connexion à un nœud de circulation. Les facteurs opérationnels locaux identifient l'existence éventuelle de systèmes adjacents aux infrastructures qui sont connectées à d'autres sections routières/ferroviaires.

### **Systèmes centralisés**

Les facteurs conditionnant la vulnérabilité physique de systèmes centralisés inclus dans des réseaux routiers ou ferroviaires mais situés à distance des ponts, tunnels, remblais ou déblais comprennent des facteurs à la fois structurels, naturels et relatifs à la circulation. Les facteurs structurels qui décrivent les systèmes centralisés comprennent le type et l'état de la construction, les fondations et l'éventuelle existence d'accès à distance. Les facteurs naturels décrivent les conditions géologiques/géotechniques et le profil de la surface du sol sur le site. Les facteurs relatifs à la circulation caractérisent le volume de circulation moyen contrôlé par le système centralisé ou dépendant de celui-ci.

### **Vulnérabilités aux dangers - exemple**

La vulnérabilité d'un remblai face au danger que représente un tassement du sol est examinée à titre d'exemple, afin d'illustrer la façon dont les tableaux et les facteurs de vulnérabilité peuvent être utilisés. Les facteurs sélectionnés sont présentés dans le tableau 3 et ont uniquement été sélectionnés pour leur importance en terme de temps d'indisponibilité.

L'ampleur de l'impact sur le temps d'indisponibilité causé par les conséquences locales d'un tassement du sol sur un remblai dépend notamment de certains facteurs structurels qui décrivent les principales caractéristiques physiques de l'actif construit pertinentes dans le cadre de ce danger spécifique. Ceux-ci comprennent le type de construction et particulièrement la hauteur du remblai, mais également les caractéristiques de la voie, lesquelles constituent un facteur critique en terme de déformation du sol. Ainsi, bien qu'une voie non ballastée soit plus à même de supporter de petites déformations, si les déformations dépassent une certaine ampleur et affectent l'intégrité structurelle de la voie, les temps d'indisponibilité augmenteront de manière significative.

Néanmoins, la survenance d'un tassement du sol est généralement régie par les conditions locales géotechniques, géologiques et hydrologiques du site, les sols mous, la faible profondeur des nappes phréatiques et les sols sensibles à l'eau créant des conditions propices à des conséquences locales de grande ampleur pour ce danger.

Bien que, dans certains cas, d'autres facteurs puissent avoir des conséquences positives ou négatives, leur importance est moindre et peut finalement être prise en compte différemment.

Tableau 3 – Facteurs décrivant les remblais en cas de tassement du sol (temps d'indisponibilité uniquement)

<b>Facteurs structurels</b>	
<i>Type de construction</i>	Influence l'ampleur de l'impact.
<i>Hauteur</i>	Influence fortement l'ampleur de l'impact.
<i>Type de voie/chaussée</i>	Influence fortement l'ampleur de l'impact.
<b>Facteurs naturels</b>	
<i>Conditions géologiques/géotechniques du sous-sol</i>	Influence directement la possibilité de survenance d'un danger.
<i>Conditions hydrologiques</i>	Influence directement la possibilité de survenance d'un danger.
<i>Sol sensible à l'eau</i>	Influence directement la possibilité de survenance d'un danger.
<b>Facteurs relatifs à la circulation</b>	
<i>Non applicable (importance mineure)</i>	
<b>Facteurs opérationnels locaux</b>	
<i>Non applicable (importance mineure)</i>	

## 4. Méthode d'évaluation – bases

### 4.1 Concept de la méthode d'évaluation

La méthode d'évaluation est l'élément central d'AllTrain – il s'agit du cadre représenté au centre du Schéma 1 de l'approche à double entrée. Conformément à l'approche à double entrée, le modèle d'évaluation permettra à l'utilisateur final :

- d'entrer un élément d'infrastructure et d'obtenir des informations concernant les dangers encourus (première entrée) ;
- d'entrer un danger spécifique et d'obtenir des informations concernant les types d'éléments d'infrastructure particulièrement sensibles (deuxième entrée).

La méthode d'évaluation a ainsi pour objet de relier de manière judicieuse les dangers (chapitre 2) aux actifs (chapitre 3), c'est-à-dire en représentant la réalité de manière tangible tout en fournissant aux opérateurs d'infrastructures des valeurs ajoutées. Pour atteindre ces objectifs, les étapes suivantes sont indispensables :

- La première étape consiste à mettre en place une compréhension des liens de causalité qui existent entre les dangers, les impacts et les dommages. Il existe un grand nombre de combinaisons possibles entre les dangers, les sous-types d'infrastructures et les diverses conditions. L'un des défis centraux d'AllTrain est donc de créer un modèle capable de gérer la complexité de cette interaction tout en limitant au maximum le nombre de redondances et de combinaisons non pertinentes. Sur la base de deux exemples, le paragraphe 4.2 décrit l'approche choisie, tandis que le paragraphe 4.3 illustre sa mise en œuvre, c'est-à-dire l'intégration d'informations factuelles.
- Une fois le modèle établi et complété d'informations, l'étape suivante consistait à rendre le savoir qu'il contenait accessible aux utilisateurs finaux, soit aux opérateurs d'infrastructures routières et ferroviaires à travers l'Europe. Pour ce faire, un outil logiciel a été développé afin de permettre aux utilisateurs d'extraire les informations concernant les dangers encourus par un élément d'infrastructure donné (première entrée de l'approche à double entrée décrite au paragraphe 5.1).
- La seconde entrée de l'approche à double entrée consiste à sélectionner un danger spécifique, afin d'obtenir des informations sur les types d'infrastructures particulièrement sensibles. Afin de rendre ces entrées accessibles à l'utilisateur final, des fiches d'information ont été établies pour chaque danger, lesquelles se basent également sur le modèle d'évaluation (paragraphe 5.2).

### 4.2 Concept de l'arbre des dangers

Du point de vue de l'utilisateur final (front-end), le modèle AllTrain est un outil permettant d'identifier les dangers encourus pour un élément d'infrastructure donné et vice versa – c'est-à-dire qu'il permet également d'identifier les types d'infrastructures sensibles à un danger donné (cf. Schéma 1).

En aval (back-end), cela nécessite que les dangers (phénomènes locaux) listés au chapitre 2 soient reliés aux types d'infrastructures décrits au chapitre 3. Étant donné la multitude de caractéristiques des infrastructures, le nombre de combinaisons possibles est très élevé. Pour pouvoir élaborer le modèle

d'évaluation, il est nécessaire d'identifier de manière efficace les combinaisons pertinentes. L'efficacité est primordiale en vue de l'étape suivante, où chaque combinaison danger-infrastructure est renseignée à l'aide de connaissances spécialisées sur les impacts possibles et leurs conséquences.

L'approche sélectionnée utilise les dangers (phénomènes locaux) des tableaux Tableau 1 et Tableau 2 comme point de départ. Son avantage majeur réside dans le fait que les actifs (éléments d'infrastructure) y sont seulement subdivisés en fonction de facteurs structurels et d'autres facteurs en rapport avec le phénomène local spécifique concerné. Par exemple, diviser un remblai de voie ferrée en sections électrifiées/non électrifiées est extrêmement pertinent si le phénomène local est le givrage, mais moins important s'il s'agit de transport éolien de neige. Cette approche permet d'utiliser le degré de détail souhaité, tout en aidant à éviter les informations redondantes ou lacunaires.

Le Schéma 5 fournit un modèle permettant de générer et de renseigner le modèle d'estimation pour un phénomène local donné : les précurseurs du phénomène local (critères de disposition, déclencheurs, mesures de protection) sont à gauche, tandis que les événements subséquents et les facteurs structurels sont placés à droite. Les précurseurs peuvent être dissociés en précurseurs complémentaires, les événements subséquents en événements subséquents complémentaires. Cette approche correspond en principe à une combinaison de l'analyse par arbres de défaillances et de l'analyse par arbres d'événements (AdD/AAE). Cependant, le côté droit de l'approche AllTrain présentée dans le Schéma 5 n'est pas un arbre d'événements au sens strict du terme dans la mesure où les ramifications ne se basent pas uniquement sur des événements, mais sur une combinaison de facteurs structurels et d'événements. Dans le contexte d'AllTrain, le terme d'« arbre des dangers » a été introduit pour étayer l'approche décrite.

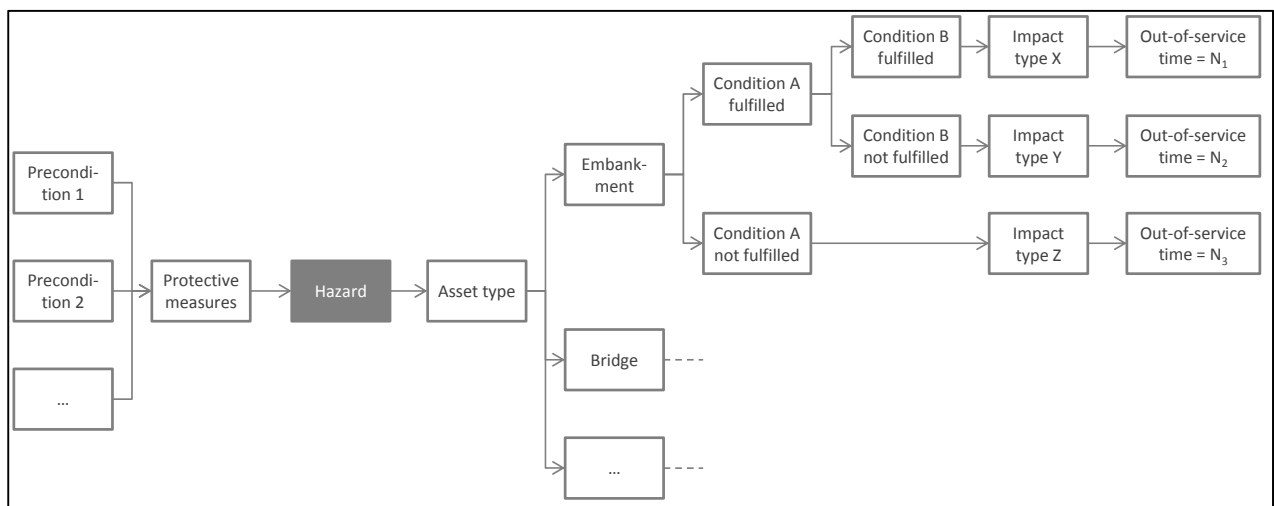


Schéma 5 – Présentation générale d'un arbre des dangers

## 5. Méthode d'évaluation - application

Comme illustré dans le schéma 1, la méthode d'évaluation d'AllTrain peut être utilisée de deux façons (approche à double entrée) :

- entrer un actif spécifique afin d'obtenir des informations concernant les dangers encourus (première entrée) ;
- entrer un danger spécifique afin d'obtenir des informations concernant les types d'actifs particulièrement sensibles (deuxième entrée).

AllTrain Tool est une application conviviale qui met en œuvre la première entrée (paragraphe 5.1).

Les fiches d'information d'AllTrain sur les dangers sont une série de descriptions encyclopédiques des dangers qui correspond à la deuxième entrée (paragraphe 5.2).

### 5.1 L'application AllTrain Tool

Les arbres des dangers décrits au chapitre précédent contiennent les informations nécessaires pour identifier les dangers encourus et les conséquences pour un élément d'infrastructure donné (première entrée du concept à double entrée d'AllTrain). AllTrain Tool permet à l'utilisateur final d'accéder en ligne à ces connaissances sur [www.alltrain-project.eu](http://www.alltrain-project.eu) et lui fournit un bref manuel.

Les arbres des dangers sont généralement développés du centre (danger) vers les branches (précurseurs et événements subséquents/facteurs structurels). L'application permet à l'utilisateur de faire l'inverse, c'est-à-dire de

- sélectionner une série de facteurs structurels et d'événements subséquents et de
- sélectionner une série de précurseurs de dangers (critères de disposition, déclencheurs, mesures de protection),

afin d'obtenir des informations sur les éventuels dangers et les conséquences encourues. Dans la mesure où un grand nombre d'arbres des dangers est élaboré chaque fois que l'utilisateur sélectionne une nouvelle combinaison de facteurs structurels et de précurseurs de dangers, ce processus n'est pas simple.

AllTrain Tool correspond à un mécanisme recommandeur de type assistant, qui relie les actifs à des dangers encourus. Les mécanismes recommandeurs sont des outils logiciels et techniques qui suggèrent des éléments potentiellement utiles à un utilisateur. Leur utilisation ne cesse de croître dans le génie civil en raison des économies de temps et d'argent qu'elles génèrent pour leurs utilisateurs, du fait qu'elles leur permettent de prendre des décisions plus judicieuses grâce aux connaissances spécialisées disponibles.

L'application est formée de deux parties : la première consiste en un algorithme d'apprentissage d'arbre de décision basé sur l'ontologie, qui a été entraîné à l'aide des ontologies résultantes et des données comprises dans les arbres des dangers, tandis que la seconde partie précise les paramètres intrinsèques. L'utilisateur définit l'infrastructure de transport, les impacts acceptables, les formations et conditions environnementales qui peuvent déclencher les dangers et le délai de réparation acceptable.



Le logiciel est écrit en langage HTML5 et son contenu est donc accessible à n'importe quel ordinateur de bureau ou appareil mobile sans nécessiter d'autre compilation ou installation sur l'appareil cible. HTML5 offre également une meilleure expérience à ses utilisateurs et un design plus élaboré.

Le front-end guide l'utilisateur dans l'élaboration d'un vecteur de caractéristique, grâce à système assistant, en entrant les caractéristiques de l'actif en jeu. Deux algorithmes d'apprentissage machine d'arbre de décision ont été entraînés pour le back-end en utilisant un produit AllTrain traduit en dictionnaires lisibles pour la machine. Les algorithmes d'apprentissage machine éliminent alors les dangers non classables conformément au vecteur de caractéristique élaboré par l'utilisateur.

Le premier algorithme a été entraîné en utilisant les caractéristiques des actifs (éléments d'infrastructure). Des données sur le type d'infrastructure et divers facteurs structurels et autres sont utilisées afin d'éliminer les dangers ne pouvant affecter le type d'infrastructure respectif. Les facteurs structurels visualisés sont également affectés par l'infrastructure définie par l'utilisateur (vecteur de caractéristique), dans la mesure où ils sont capables ou non d'influencer l'élimination d'un danger.

Le second algorithme d'arbre de décision a été entraîné sur la base de combinaisons critiques entre différents facteurs environnementaux et le fait qu'ils soient capables ou non d'éliminer un danger. Par exemple, une forte pente et l'absence de forêt de protection constituent des conditions critiques pour une avalanche.

Les dangers visualisés finaux sont générés en assemblant les deux listes de dangers résultantes.

## 5.2 Fiches d'information sur les dangers

La deuxième tâche de l'approche à double entrée consiste à identifier toutes les caractéristiques qui rendent un actif sensible à un type donné de phénomène de danger local (deuxième entrée du concept à double entrée).

Contrairement à la première entrée (tous les dangers pour un actif donné), la deuxième entrée n'est pas accessible à l'utilisateur via l'application, mais à travers des fiches d'information.

Ces fiches d'information fournissent les aperçus suivants :

- la phénoménologie générale (description),
- les critères de disposition du danger,
- les seuils internes (seuils de déclenchement) ou les déclencheurs externes,
- la pertinence pour différents types d'infrastructures,
- les mesures de protection possibles.

Le schéma 6 présente la fiche d'information concernant la coulée de débris (danger naturel).

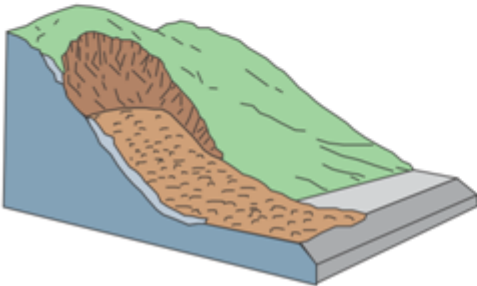

<b>Local Phenomenon No. 24:</b>		<b>Debris flow</b>	
<b>Hazard category:</b>		Gravitational hazards	
<b>Description:</b> Debris flow is the downslope mass movement, by either inertial or viscous processes at velocities greater than those of creep or solifluction, of a non-Newtonian slurry of a plastic mixture of water and generally coarse, poorly sorted sediment; debris-flow slurries, depending on the particle-size distribution of the sediment, typically range from 50 to 80 % sediment by volume. Debris flows follow unusually heavy rainfall or the sudden thaw of frozen ground and are capable of carrying large boulders. They commonly cut V-shaped channels, at the sides of which coarser material may accumulate as the more fluid central area moves down-channel. Debris may travel over many kilometers.			
<b>Disposition criteria:</b>		<b>Triggering Event:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geology</li> <li>- Potential for debris</li> <li>- Soil saturation</li> <li>- Relief</li> <li>- Type of debris</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intense rainfall</li> <li>- Long-lasting rainfall</li> <li>- Hail</li> <li>- Snowmelt</li> </ul>	
<b>Relevance for:</b>		<b>Main effects on infrastructure:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bridges</li> <li>- Embankments</li> <li>- Tunnels</li> <li>- Bridges</li> <li>- Centralized Systems</li> </ul>		Debris flows can provoke severe structural damage and even the collapse of bridges due to the impact of the mixture of solids (rock blocks) and water. Roads and railways can also be put out of service due to the deposition of large volumes of solid material.	
<b>Measures:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Check dams</li> <li>- Deviating channels</li> <li>- Water deflecting structure (dyke)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debris flow deflecting structures (barrier, shelter and bridge)</li> <li>- Log erosion barrier</li> </ul>	
<b>Picture/sketch:</b>			
			

Schéma 6 – Coulée de débris : fiche d'information

## 6. Identification des mesures possibles

### 6.1 Possibilités de mise en œuvre des mesures

La méthodologie proposée considère les mesures d'atténuation et de prévention potentielles déjà introduites au moment de la construction et/ou en place au moment de l'analyse comme des caractéristiques de l'infrastructure. Les arbres des dangers comportent donc une requête sur les mesures directement après la détermination du danger et avant la caractérisation de l'actif (élément d'infrastructure).

### 6.2 Types de mesures

Ce chapitre a pour objectif d'identifier et de définir les mesures possibles pour atténuer ou éviter les impacts des dangers définis dans ce guide pour tous les types d'actifs de transport étudiés.

Les mesures présentées peuvent être structurelles, opérationnelles ou organisationnelles et ont pour unique objectif de prévenir ou d'atténuer les dangers ou leurs impacts du point de vue des conséquences locales couvertes par ce projet : endommagement de l'infrastructure et perturbation du service. En d'autres termes, cette approche ne prend pas en compte les conséquences globales ni les éventuelles pertes humaines.

#### 6.2.1 Mesures générales

Il existe un groupe de mesures de prévention et d'atténuation pouvant être appliqué à tous types d'infrastructures indépendamment du danger considéré. Ces mesures peuvent être considérées comme des bonnes pratiques d'ordre général largement utilisées en matière de gestion des actifs des infrastructures de transport :

- Redondance de la circulation
- Installation de systèmes de surveillance (automatiques) – CCTV
- Aménagement du territoire
- Systèmes d'alerte précoce en cas de catastrophes naturelles

#### 6.2.2 Mesures de prévention et d'atténuation spécifiques

Une liste de mesures spécifiques a été établie pour chacun des dangers naturels et d'origine anthropique étudiés, afin de prévenir ou d'atténuer les impacts de chaque danger. Ces mesures sont disponibles en ligne sur [www.alltrain-project.eu](http://www.alltrain-project.eu) et font partie des documents suivants :

- Fiches d'information sur les dangers (cf. schéma 6)
- Catalogue de mesures, fournissant davantage de détails

## 7. Conclusion

Le guide All Hazard est un guide pratique et convivial pouvant être utilisé par les propriétaires et opérateurs publics et privés d'infrastructures de transport routières et ferroviaires en Europe, ainsi que par les autorités responsables de la mise en œuvre d'un cadre réglementaire pour la disponibilité et/ou la sécurité des infrastructures de transport.

Ce guide identifie d'une part les dangers spécifiques pouvant éventuellement avoir un impact important sur une infrastructure donnée, d'autre part les éléments d'infrastructure du réseau pouvant être sensibles à un danger spécifique.

Ce guide permet une évaluation qualitative des structures routières et ferroviaires en tenant compte de tous les dangers possibles, soit les dangers d'origine anthropique intentionnels et non intentionnels, ainsi que les dangers naturels.

À moyen et long terme, ce guide contribuera à l'établissement d'une stratégie mieux coordonnée pour la prévention, la préparation et la gestion des conséquences du terrorisme et autres risques sécuritaires relatifs aux infrastructures de transport cruciales en Europe.

# Informations relatives au projet

AllTrain : Guide All Hazard pour les infrastructures de transport

## Durée du projet :

01.0.013 – 31.06.2015



With the financial support of the Prevention, Preparedness and Consequence Management of Terrorism and other Security-related Risks Programme (CIPS)  
**European Commission – Directorate-General Home Affairs**

## Partenaires du projet :



### Bundesanstalt für Straßenwesen

Brüderstraße 53  
D-51427 Bergisch-Gladbach  
Allemagne  
[www.bast.de](http://www.bast.de)



### ILF Consulting Engineers

Harrachstraße 26  
A-4020 Linz  
Autriche  
[www.ilf.com](http://www.ilf.com)



### CENOR Consulting Engineers, S.A.

Rua das Vigias, No.2, Piso 1, Parque das Nações  
P-1990-506 Lisboa  
Portugal  
[www.cenor.pt](http://www.cenor.pt)



### Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.

Lišeňská 33a  
CZ-636 00 Brno  
République tchèque  
[www.cdv.cz](http://www.cdv.cz)

### Coordinateur de projet

Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53  
D-51427 Bergisch Gladbach  
Allemagne  
[alltrain@bast.de](mailto:alltrain@bast.de)